

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-269895

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl. H04B 10/14  
 H04B 10/06  
 H04B 10/04  
 G02B 5/28  
 G02F 1/035

(21)Application number : 11-069913

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.03.1999

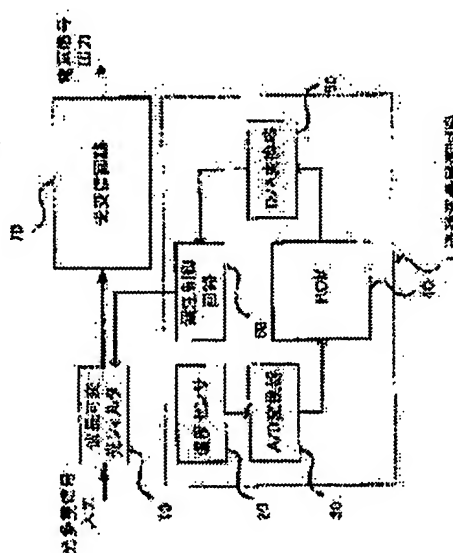
(72)Inventor : NAKANO MASAYUKI

(54) SYSTEM FOR STABILIZING OPTICAL WAVELENGTH OF OPTICAL FILTER, OPTICAL RECEIVER MODULE USING IT AND METHOD FOR STABILIZING OPTICAL WAVELENGTH OF OPTICAL FILTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a system that stabilizes a transmission wavelength band of an optical filter at a receiving end in optical wavelength multiplex communication.

**SOLUTION:** The optical wavelength stabilizing system for a wavelength variable optical filter 10 at a receiving end for optical wavelength multiplex communication is provided with a temperature detection means 20 that detects a temperature of the wavelength variable optical filter 10, and A/D converter 30 that converts an analog signal from the temperature detection section into a digital signal, a decision means that decides an applied voltage applied to the wavelength variable optical filter 10 on the basis of a temperature of the wavelength variable optical filter 10 from a signal from the temperature detection section 20 received via the A/D converter 30, a D/A converter 50 that converts the signal from the decision means into an analog signal, and a 1st voltage applying means that applies a voltage to the wavelength variable optical filter 10 on the basis of the signal from the decision means received via the D/A converter 50.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-269895  
(P2000-269895A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 4 B	10/14	H 0 4 B 9/00	S 2 H 0 4 8
	10/06	G 0 2 B 5/28	2 H 0 7 9
	10/04	G 0 2 F 1/035	5 K 0 0 2
G 0 2 B	5/28		
G 0 2 F	1/035		

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

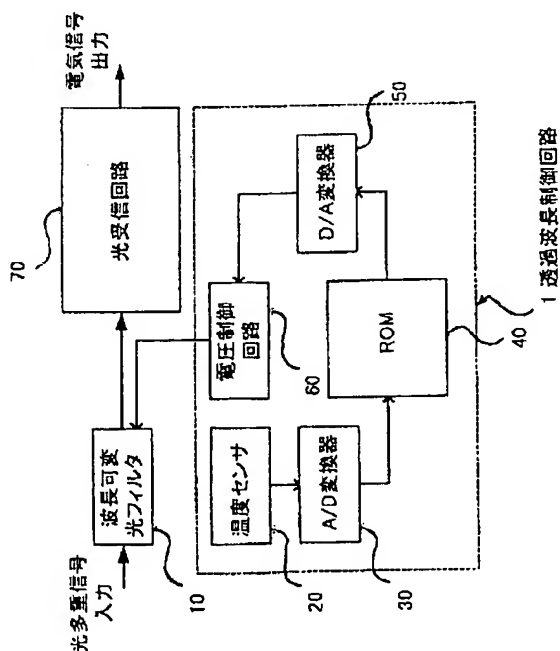
(21) 出願番号	特願平11-69913	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成11年3月16日 (1999.3.16)	(72) 発明者	仲野 雅之 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	100084250 弁理士 丸山 隆夫
		Fターム (参考)	2H048 GA09 GA13 GA48 GA51 GA62 2H079 AA02 BA04 CA07 DA03 EA12 HA11 KA19 5K002 AA03 BA02 CA11 DA02 FA01

(54) 【発明の名称】 光フィルタの光波長安定化システム及びこれを用いた光受信器モジュール並びに光フィルタの光波長安定化方法

(57) 【要約】

【課題】 光波長多重化通信の受信端における光フィルタの透過波長帯域を安定化するシステムを提供すること。

【解決手段】 光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの光波長安定化システムであって、前記システムは、前記波長可変光フィルタの温度を検知するための温度検知手段と、該温度検知部からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、前記A/D変換器を介して入力された前記温度検知部からの信号から、前記波長可変光フィルタの温度により該波長可変光フィルタに印加する印加電圧を決定する決定手段と、前記決定手段からの信号をアナログ信号に変換するD/A変換器と、前記D/A変換器を介して入力した前記決定手段からの信号により前記波長可変光フィルタに電圧を印加する第1の電圧印加手段とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの光波長安定化システムであって、前記システムは、前記波長可変光フィルタの温度を検知するための温度検知手段と、該温度検知部からのアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、

前記 A/D 変換器を介して入力された前記温度検知部からの信号から、前記波長可変光フィルタの温度により該波長可変光フィルタに印加する印加電圧を決定する決定手段と、

前記決定手段からの信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、

前記 D/A 変換器を介して入力した前記決定手段からの信号により前記波長可変光フィルタに電圧を印加する第 1 の電圧印加手段と、

を有することを特徴とする波長可変光フィルタの光波長安定化システム。

【請求項 2】 複数の入射光を発生する入射光発生手段と、

前記入射光発生部からの各入射光毎に前記波長可変光フィルタを配し該波長可変光フィルタを透過した透過光から透過波長変動を検出する波長変動検出手段と、をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システム。

【請求項 3】 光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの光波長安定化システムであって、前記システムは、複数の入射光を発生する入射光発生手段と、

前記入射光発生部からの各入射光毎に前記波長可変光フィルタを配し該波長可変光フィルタを透過した透過光から、透過波長変動を検出する波長変動検出手段と、

前記波長変動検出手段からの出力信号から、前記波長可変光フィルタに電圧を印加する第 2 の電圧印加手段と、を有することを特徴とする波長可変光フィルタの光波長安定化システム。

【請求項 4】 前記波長変動検出手段は、前記透過光の中から少なくとも 2 つ抽出して比較する比較部を有することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システム。

【請求項 5】 前記波長変動検出手段は、前記透過光を電気信号に変換する信号変換部をさらに有することを特徴とする請求項 4 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システム。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムを有することを特徴とする光受信器モジュール。

【請求項 7】 光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの温度を検出し、次いで検出した波長可変光フィルタの温度をデジタル化したデジタル信号か

ら、温度アドレス毎に記憶されたデジタルデータを抽出して前記可変光フィルタに電圧を印加することを特徴とする波長可変光フィルタの光波長安定化方法。

【請求項 8】 光波長多重化通信の受信端における異なる波長可変光フィルタからの透過光を 2 以上抽出して各電気信号に変換した前記透過光を比較することを特徴とする波長可変光フィルタの光波長安定化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光フィルタを有した光波長多重通信等に使用される光受信端装置の波長可変光フィルタの透過波長安定化手段およびこれを用いた光受信器ならびに光フィルタの透過波長安定化方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の情報通信トラフィックの増大により、光通信システムの大容量化が望まれている。ここで大容量化としては、10Gbps あるいは 2.5Gbps 程度の実用的で、ある程度高速な信号光を、波長を変調させてたとえば数十の波を多重化することにより、数百 Gbps の伝送容量を実現できることが目標とされている。このような、光波長多重化通信が将来的に最も有望な伝送方式とされており、その波長多重化技術の向上が課題となっている。

【0003】図 9 に波長多重化通信の一般的な構成例を示す。図 9 に示すように、送信端 210 は、異なる波長を出力する一群の光送信器 211、光合波器 212、AFC (Automatic Frequency Control) 回路 213 および光増幅器 230 で構成される。

【0004】また受信端 220 は、光増幅器 230、光分配器 221、一群の光フィルタ 222 および光受信器 223 で構成される。送信端 210 では、光送信器 211 から出力される異なる波長の光信号が光合波器 212 で波長が多重化され、伝送路 231 に送出される。個々の光送信器の光出力波長は AFC 回路 213 によってそれぞれ一定に制御される。伝送路 231 に送出された光多重信号は、光増幅器 230 により中継され、受信端 220 に至る。受信端 220 では、光増幅器 230 により、光多重信号が増幅された後、光分配器 221 により分配され、光フィルタ 222 により個々の波長信号が選択され、選択された波長信号が光受信器 223 により受信される。

【0005】光波長多重通信において、多重度を上げるには、それぞれの光信号の波長間隔を狭くし、それに伴い受信端に設置される光フィルタ 222 の透過波長帯域を狭くする必要がある。この場合、光波長の安定化が最も重要な課題となってくる。

【0006】この光波長の安定化の課題に対し、送信側の光源として使用されるレーザダイオードの発振波長を、温度変動や経年変化に対して安定化する方法が多々

10

20

30

40

50

提案されている。このような提案は、図 9 中の AFC 回路 213 の実現方式を提供するものと考えられている。このような光波長安定化の試みとして、例えば、特開平 7-7212 号公報において、レーザダイオードの発振波長変動を電流量として検出し、その検出値でレーザダイオード素子の温度を制御することによって、発振波長を安定化する技術が開示されている。また、特開平 7-111354 号公報において、同様にレーザダイオードの発振波長変動を電流量の変化として検出し、その検出値で DBR (Distributed Bragg Reflection)-LD など波長可変光源の波長制御電流を直接制御することで発振波長を安定化する技術が開示されている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光波長多重化通信システムにおいては、前記公報に例示されているような送信光源であるレーザダイオードの発振波長を安定化するだけでは不十分である。本発明者は受信側の光フィルタ 222 にも、その透過波長が温度変化によって変動する問題が存在することに着目し、波長多重度が上がって狭帯域の透過帯域特性が必要になる場合に重要な問題となることを発見した。

【0008】このような観点から、本発明は、受信端において光フィルタ 222 の透過波長帯域を安定化するシステムを提供することにある。また本発明は、前記システムを用いた光通信モジュールを提供することにある。さらに本発明は、光フィルタ 222 の透過波長帯域を安定化する方法を提供することを目的としている。このような本発明に係る光フィルタの光波長安定化システムは、特に高密度光多重化通信に対応可能である。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムは、光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの光波長安定化システムであって、前記システムは、前記波長可変光フィルタの温度を検知するための温度検知手段と、該温度検知部からのアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、前記 A/D 変換器を介して入力された前記温度検知部からの信号から、前記波長可変光フィルタの温度により該波長可変光フィルタに印加する印加電圧を決定する決定手段と、前記決定手段からの信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、前記 D/A 変換器を介して入力した前記決定手段からの信号により前記波長可変光フィルタに電圧を印加する第 1 の電圧印加手段と、を有することを特徴とする。

【0010】請求項 2 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムは、請求項 1 において、複数の入射光を発生する入射光発生手段と、前記入射光発生部からの各入射光毎に前記波長可変光フィルタを配し該波長可変光フィルタを透過した透過光から透過波長変動を検出する波長変動検出手段と、をさらに有することを特徴と

する。

【0011】請求項 3 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムは、光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの光波長安定化システムであって、前記システムは、複数の入射光を発生する入射光発生手段と、前記入射光発生部からの各入射光毎に前記波長可変光フィルタを配し該波長可変光フィルタを透過した透過光から、透過波長変動を検出する波長変動検出手段と、前記波長変動検出手段からの出力信号から、前記波長可変光フィルタに電圧を印加する第 2 の電圧印加手段と、を有することを特徴とする。

【0012】請求項 4 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムは、請求項 2 または 3 において、前記波長変動検出手段は、前記透過光の中から少なくとも 2 つ抽出して比較する比較部を有することを特徴とする。

【0013】請求項 5 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化システムは、請求項 4 において、前記波長変動検出手段は、前記透過光を電気信号に変換する信号変換部をさらに有することを特徴とする。

【0014】請求項 6 に記載の光受信器モジュールは、前記請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載された波長可変光フィルタの光波長安定化システムを有することを特徴とする。

【0015】請求項 7 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化方法は、光波長多重化通信の受信端における波長可変光フィルタの温度を検出し、次いで検出した波長可変光フィルタの温度をデジタル化したデジタル信号から、温度アドレス毎に記憶されたデジタルデータを抽出して前記可変光フィルタに電圧を印加することを特徴とする。

【0016】請求項 8 に記載の波長可変光フィルタの光波長安定化方法は、光波長多重化通信の受信端における異なる波長可変光フィルタからの透過光を 2 以上抽出して各電気信号に変換した前記透過光を比較することを特徴とする。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光フィルタの光波長安定化システムについて、説明する。本発明に係る光フィルタの光波長安定化システムの第 1 の実施の形態は、図 1 に示すように、透過波長を電氣的に制御できる波長可変光フィルタ 10 および透過波長を制御する電圧制御回路 60 によって構成される透過波長の電氣的制御手段 60 と、温度センサ 20 によって構成される光フィルタの温度検出手段と、ROM 40 とによって主に構成されている。ある温度において波長可変光フィルタ 10 が目的の透過波長を得るために必要な電氣的制御量を記憶する手段を有し、周囲温度変動に対応して光フィルタの透過波長を電氣的に制御することにより、透過波長の温度変動を抑制し、高密度に光波長多重化された任意

の波長信号に対し、最適な受信特性が得られることを特徴とする。

【0018】このような本発明の第1の実施の形態について、その構成を、図面を参照しつつ、さらに詳細に説明する。図1を参照すると、伝送線路から入力される光多重信号が波長可変光フィルタ10に入力される。波長可変光フィルタ10を通過する所望の波長の光信号は、光受信回路70に入力される。光受信回路70は、入力された光信号を電気信号に変換し、記述していない後段の伝送装置に出力する。ここで、波長可変光フィルタ10は、たとえば特開平6-67131号公報に示されるように、印加電圧を制御することにより、その透過波長を制御することができる。このような波長可変光フィルタの構造の例を、図5に示す。

【0019】波長可変光フィルタは、 $\text{LiNbO}_3$ （ニオブ酸リチウム）等の基板500に、導波路200、一對の反射膜300および310、電極400および410を形成し、ファブリペロー型光共振器を構成する。ポート100から入射した光はこの光共振器の共振条件を満足する波長だけが透過し、この透過光がポート110から出射する。このとき、電極400および410間に電圧を印可すれば、導波路200の等価屈折率が変化する。この等価屈折率を変化させることによって、共振周波数が変化し、共振器の透過波長を操作することができる。

【0020】図1に示すように、波長可変光フィルタ10を電圧制御するための透過波長制御回路1が設けられている。透過波長制御回路1は、波長可変光フィルタ10の温度を検出する温度センサ20、A/D変換器30、ROM40、D/A変換器50、波長可変光フィルタ10の透過波長を制御する電圧制御回路60により構成される。そして前記ROMは、ある温度において波長可変光フィルタ10が目的の透過波長を得るために必要な電圧制御量を記憶している。このような本発明の第1の実施の形態について、その動作を図1を参照しつつ詳細に説明する。

【0021】ファブリペロー共振器型光フィルタの透過波長は、導波路の屈折率が温度係数を持っているため、温度の変動に対して図7の様に变化する。同図に示すように、温度が $T_0$ から $T_1$ に上昇すると、ファブリペロー共振器型光フィルタの透過波長は、 $\lambda_0$ から $\lambda_1$ へと短波長側に移行する。また、波長可変光フィルタ10は、設置された電極に電圧を印加することによって、導波路であるファブリペロー共振器の屈折率が変化し、このファブリペロー共振器の透過波長が変化する。このような波長可変光フィルタ10の印加電圧と、透過波長との関係を図8に例示する。

【0022】本発明では、図7に示すような温度の変動があった場合の透過波長の変動に対して、図8に示す特性で示されるような電圧を印加して、変動した透過波長

に対して補正をかける。すなわち温度が上昇するとファブリペロー共振器の透過波長が低下するため、印加電圧を上昇させて透過波長の低下を補償する。

【0023】そしてこのような印加電圧—透過波長データを、デジタルデータとしてあらかじめROM40に記憶させておく。ROM40のアドレスやデータのビット数は、要求される制御精度に応じて適切に選択される。このような前記データに基いて、ファブリペロー共振器の透過波長を電圧印加によりコントロールする。

【0024】また温度センサ20は、波長可変光フィルタ10の温度を検出し、検出された温度は電圧値としてA/D変換器30に入力される。A/D変換器30では、この電圧値（アナログ）をデジタル化し、そのデジタル信号はアドレスデータとしてROM40に入力される。このROM40において、波長可変光フィルタ10が所望の透過波長帯域を得るような制御電圧値が、温度アドレス毎にあらかじめデジタルデータとして記憶されている。そしてA/D変換器30からの前記入力された温度アドレスに対応して、透過波長帯域を得るような制御電圧値が選択され、制御電圧データを出力する。出力された制御電圧データはD/A変換器50に入力されて、アナログ値に変換される。アナログ値に変換された前記制御電圧データは、電圧制御回路60に入力され、電圧制御回路60は波長可変光フィルタ10に設けられた電極の電圧を制御して、所望の透過波長帯域が維持される。

【0025】以上のような、ROMを使用した光フィルタ透過波長制御手段は、比較的簡易な方法によって光フィルタの透過波長の安定が実現されるため、光フィルタの後段に接続される光受信器とともに、小型の光受信器モジュールとして実現することが可能である。このような例を図4に示す。図4に示すように、光受信器モジュールは、基板75上に波長可変光フィルタ10、透過波長制御回路1を内蔵した透過波長制御用IC25、フォトダイオード35および光受信IC45からなる光受信回路、光ファイバ55およびファイバ押さえ65で構成される。

【0026】次に本発明の第2の実施の形態について説明する。前記したような本発明の第1の実施の形態で示した、ROMを使用した光フィルタの透過波長の安定化方式は、いわゆるフィードフォワード制御であるため、光フィルタの経年変化などに対して考慮するようにデータを変化していく手間を要するなどにより、透過波長を長期にわたって維持することが難しい。しかしながら、前述した第1の実施の形態において、前記ROMを、データ変更可能なEEPROM等に変更して、入力されたデータを経時変化が考慮されたデータに適宜変更して、光フィルタの光波長の安定化を図るようにすることもできる。

【0027】本発明の第2の実施の形態は、この問題に

さらに対応させたものである。この第2の実施の形態は、経年変化などによる透過波長変動を電氣的に検出し、その検出値により光フィルタの透過波長をフィードバック制御する手段を提供する。

【0028】本発明の第2の実施の形態について、その構成を図面を参照にして詳細に説明する。図2を参照すると、本発明の第2の実施の形態は、前記第1の実施の形態の構成に加えて、光二分岐器110および120、第2の透過波長制御回路2を有している。また図6に示すように、波長可変光フィルタとして、波長可変光フィルタを3並列に構成した波長可変光フィルタアレイ3が使用される。

【0029】3つの波長可変光フィルタ10a、10bおよび10cは、同一基板上に形成されているため、その経時劣化特性は等しくなっている。透過波長制御回路1によって、それぞれの透過波長が温度変動に対して保証されている。

【0030】図3(a)に示すように、初期状態(経時劣化前の状態)において、それぞれのフィルタ10a、10bおよび10cの透過波長は、以下のようになっている。すなわち波長可変光フィルタ10aの透過波長は、所望の受信光信号波長に設定し、波長可変光フィルタ10bおよび10cは、波長可変フィルタ10aの透過波長を中心に、低波長側と高波長側に略等間隔に設定する。波長可変フィルタ10aを通過する光信号は、主信号として後段の光受信回路70に入力され、波長可変フィルタ10bおよび10cを通過する光信号は、透過波長と受信光信号波長のずれを検出するためのモニタ信号として、前述したような第2の透過波長制御回路2に入力される。

【0031】第2の透過波長制御回路2は、モニタ用の波長可変光フィルタ10bおよび10cを通過した2つの光信号を電流変換するためのフォトダイオード80および81、検出された電流変換された2つの光信号を2つの電圧信号に変換するI/V変換器90および91、これら2つの電圧信号の大きさを比較する比較器100より構成される。比較器100の出力は、3つの波長可変フィルタ10a、10bおよび10cを電圧制御する電圧制御回路60に入力される。

【0032】このような本発明の第2の実施の形態について、その動作を図2を参照にして詳細に説明する。伝送路より入力される光多重信号は、光二分岐器110および120により3つに分配され、波長可変光フィルタ10a、10bおよび10cに入力される。波長可変光フィルタ10aでは、入力された光多重信号から所望の光波長の信号のみが通過され、光受信回路70に入力される。

【0033】波長可変光フィルタ10bおよび10cでは、波長可変フィルタ10aにより僅かに低い波長成分およびわずかに高い波長成分が通過する。通過した光信

号は、それぞれフォトダイオード80および81に入力され、ここで光電変換され、光量に対応した電流が出力される。更にこの出力された電流は、I/V変換器90および91により電圧に変換される。I/V変換器90および91から出力される2つの電圧は、比較器100に入力されて比較され、この比較の結果が、電圧制御回路60に入力される。

【0034】透過波長変動を電氣的に検出する方法を図3を用いて説明する。図3(a)に示すように、3つの分布が描かれており、これらの分布はそれぞれ、左から10bの透過波長帯域、10aの透過波長帯域および10cの透過波長帯域を表す。この図に示すように、真中の分布である10aに示す波長帯域を、受信信号スペクトル帯域に一致させることが望まれる。このために、10aの波長に対して長波長側(10c)および短波長側(10b)の透過波長を有する光フィルタをセットする。そして、これら10a、10b、10cの波長間隔は、第一の透過波長制御回路1によって温度補償され、一定に保たれている。

【0035】図3(b)および(c)は、光フィルタ10aの透過波長と、受信信号スペクトルが適合している状態(目的とする状態)にある場合を示す。この状態では、光フィルタ10bおよび10cを通過する受信信号スペクトルは、それぞれ(b)および(c)に示すように等しくなる。なおこれら透過スペクトルの制御方法は、透過スペクトルを電氣的に検出(図3にハッチングとして示す。)して、10bと10cを透過したスペクトルにより得られる光信号電力が等しくなるようにしている。

【0036】また(d)および(e)は、光フィルタの透過波長が経時劣化などによって短波長側に変動した場合を示す。短波長側に変動した場合は、10bを通過する光信号電力は小さくなり((d)のハッチング部分参照)、一方、10cを通過する光信号電力は大きくなる((e)のハッチング部分参照)。このような場合には、10bおよび10cを通過する光信号電力が等しくなるように、前記したようにして、制御する。このようにして制御することにより、前記図3の(b)および(c)に示すように、10aの透過波長は、10bおよび10cの中心に位置するようになり、目的とする光フィルタ10aの透過波長を、常に受信信号スペクトルに合わせることが可能となる。なお光信号電力は、フォトダイオード80および81等により光電変換処理後、I/V変換器90および91等により、出力電圧として測定される。

【0037】電圧制御回路60は、I/V変換器90および91の出力電圧差により初期状態を保つように、波長可変フィルタ10a、10bおよび10cの端子電圧をコントロールすることによって、光フィルタの透過波長を一定に制御する。なお前記波長可変フィルタ10

10

20

30

40

50

a、10bおよび10cに入力される入力光は、図9の光分配器210からの光であるが、このような光は、光分配器221から、複数抽出するようにしてもよい。このように複数抽出した光を、前記波長可変フィルタ10a、10bおよび10cの入射光として、用いることもできる。なお比較用の波長可変フィルタ10bおよび10cは、比較するために2つ選択されているが、この選択の数2は、単なる例示であり、これに限定されない。

【0038】以上説明したように、本発明の第2の実施の形態では、光フィルタの透過波長と受信光信号波長のずれを電氣的に検出し、それを補償するようにフィードバック制御するので、光フィルタの経年変化に対しても対応できるため、光フィルタの透過波長が長期にわたって安定化できる。また、第2の実施の形態では、前記したような受信光波長の変化が経年変化によって生じたのと同様の受信光波長の変化が生じた場合でも、この第2の実施の形態で説明したフィードバック制御は、受信光波長に追従して光フィルタの透過波長を制御することができる。従って、第2の実施の形態においては、受信光波長の変動に対応して、光受信器の光フィルタの透過波長が最適に設定されるという効果がある。

【0039】また第1の実施の形態と、第2の実施の形態とを組合せて波長可変光フィルタの温度を制御するとともに、波長可変光フィルタの透過光から透過波長の変動を検出して波長可変光フィルタの印加電圧を制御するようにすることができる。このように組合せたシステムを構築した場合、電圧印加手段である電圧制御回路は、好ましくは1つ設けられるが、場合によっては、温度を制御するための第1の電圧印加手段と、波長可変光フィルタの透過光から透過波長の変動を検出して波長可変光フィルタの印加電圧を制御する第2の電圧印加手段とを適宜設けることもできる。

【0040】

【発明の効果】以上、説明したように、

1. 光フィルタの透過波長を周囲温度に対して安定化することができるため、高密度に光波長多重化された光信号を最適に受信することが可能となる。このような光フィルタの光波長安定化システムは、光波長に依存することがなく、任意の波長で対応することができる。

【0041】2. ROMを使用した光フィルタの透過波長制御手段は、小型に構成できる手段であるため、光フィルタ、制御回路、および後段の光受信回路を、1つのモジュールとして構成できる。すなわち波長選択型光受信端モジュールとしての実現が可能である。

【0042】3. 透過波長はROMに書きこまれたデータによって操作できるため、その内容を変更するだけで、さまざま透過波長に設定できる。また経年変化に応じてこのデータを修正するようにできるようなROMにすることで、長期にわたって透過波長を一定に維持できる。

【0043】4. 光フィルタの透過波長をペルチェ素子などの熱電変換素子を使用して温度制御する方式では、直接発生する温度を制御するように前記素子を用いているため消費電力が大きく、特に波数の増加とともに消費電力が問題となるため、大容量の光通信では、致命的となる。これに対し、本発明の方式では、透過波長の違いを比較して電圧制御する方式としているため、低消費電力となっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す光フィルタ透過波長安定化手段を用いた光受信端の主要部を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態を示す光フィルタ透過波長安定化手段を用いた光受信端の主要部を示す図である。

【図3】第2の実施の形態の光フィルタの経時変化を示す透過率と透過波長の図である。この図において(a)は、初期状態を表した図であり、(b)および(c)は、初期状態において波長可変フィルタを透過する受信光信号スペクトルを表した図であり、(d)および(e)は、経時変化後の透過波長が低波長側に移行した場合を示す図である。

【図4】本発明の光フィルタの透過波長安定化手段を小型の光受信器モジュールに応用した一例を示す図である。

【図5】波長可変光フィルタの構造を示す図である。

【図6】波長可変光フィルタを3並列に構成した波長可変光フィルタアレイの構造を示す図である。

【図7】ファブリペロー共振器型光フィルタの透過波長の温度変化による透過波長の例を示す図である。

【図8】波長可変光フィルタの印加電圧と、透過波長の関係の一例を示す図である。

【図9】波長多重化通信の一般的な構成例を示す図である。

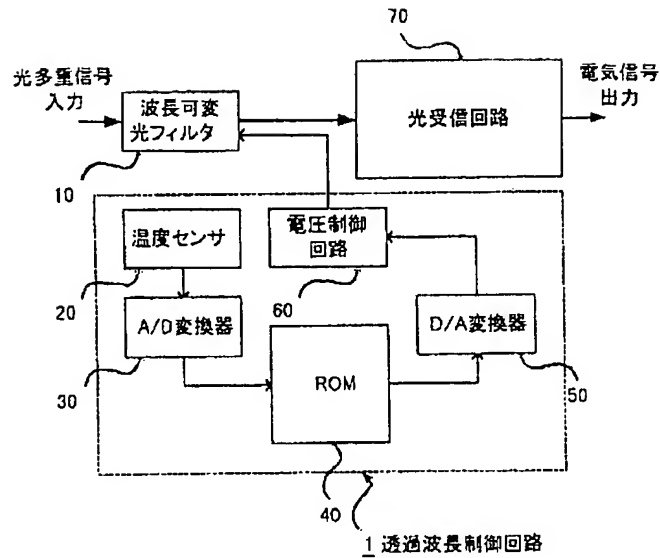
【符号の説明】

- 1 透過波長制御回路
- 2 第2の透過波長制御回路
- 10 波長可変光フィルタ
- 20 温度センサ
- 30 A/D変換器
- 40 ROM
- 50 D/A変換器
- 60 電圧制御回路
- 70 光受信回路
- 80 フォトダイオード
- 81 フォトダイオード
- 90 I/V変換器
- 91 I/V変換器
- 100 比較器
- 210 送信端

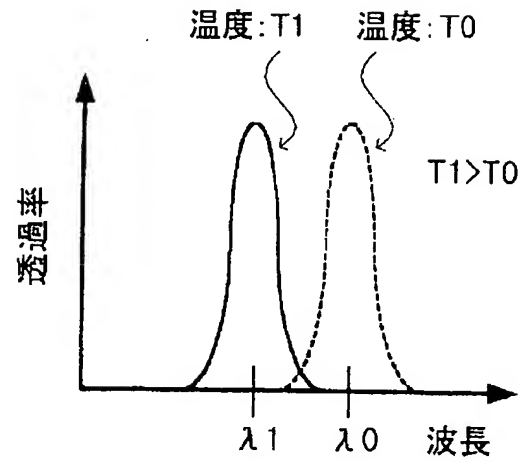
211 光送信器  
212 光合波器  
213 AFC回路  
220 受信端

\* 221 光分配器  
222 光フィルタ  
223 光受信器  
\* 230 光増幅器

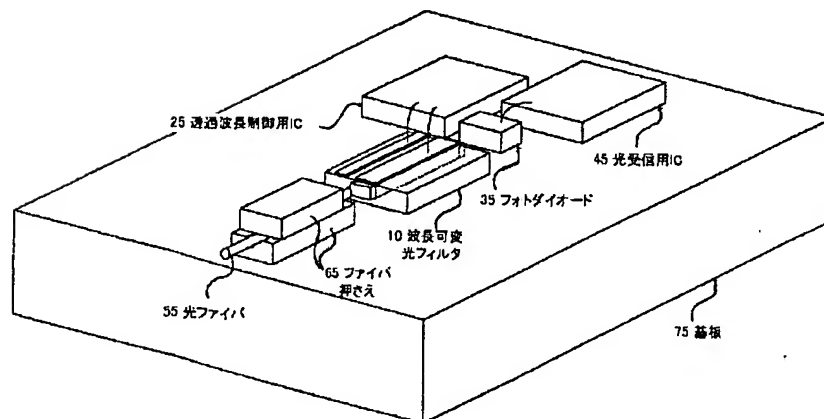
【図1】



【図7】

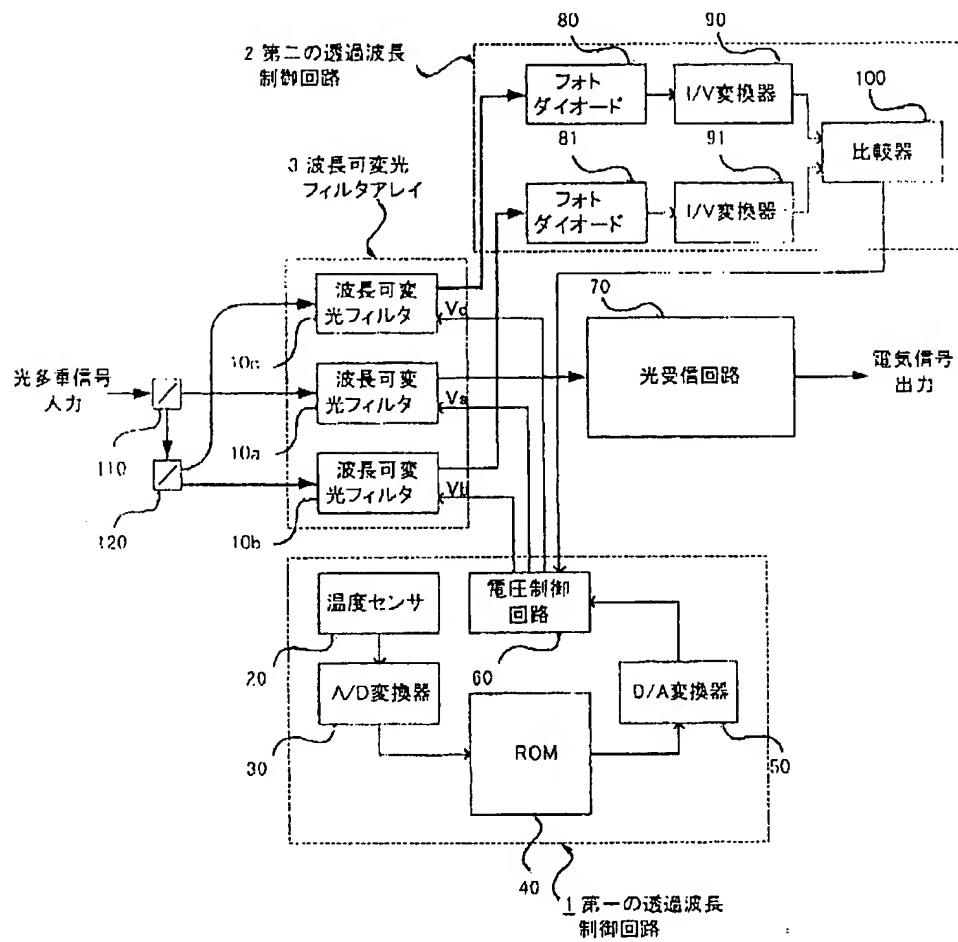


【図4】

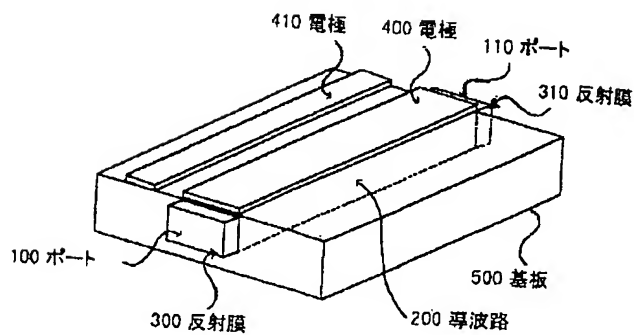




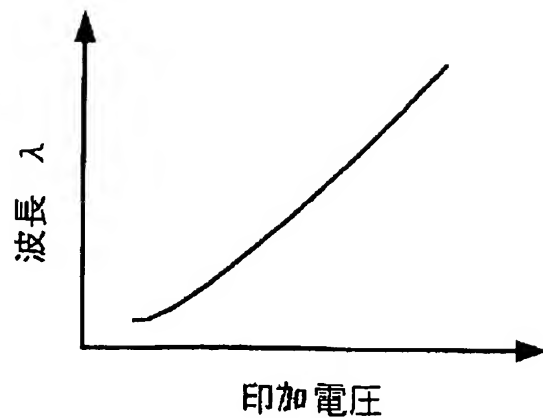
【図2】



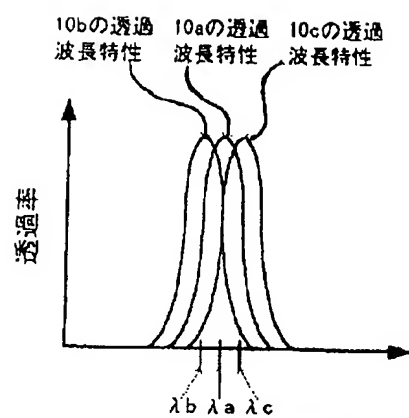
【図5】



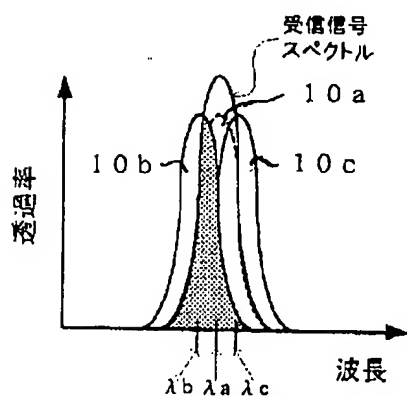
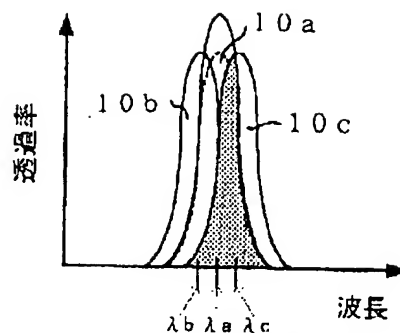
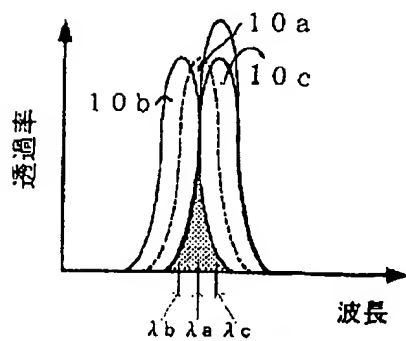
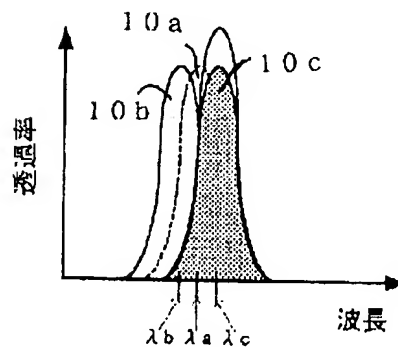
【図8】



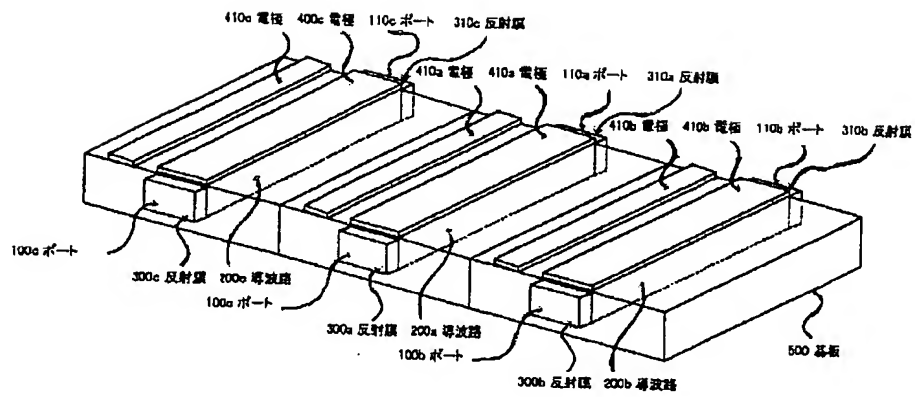
【図3】



(a) 光フィルタレイの透過波長特性

(b) 光フィルタ10bの透過スペクトル  
(初期状態)(c) 光フィルタ10cの透過スペクトル  
(初期状態)(d) 光フィルタ10bの透過スペクトル  
(波長ずれ時)(e) 光フィルタ10cの透過スペクトル  
(波長ずれ時)

【図6】



【図9】

